

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000056185
PUBLICATION DATE : 25-02-00

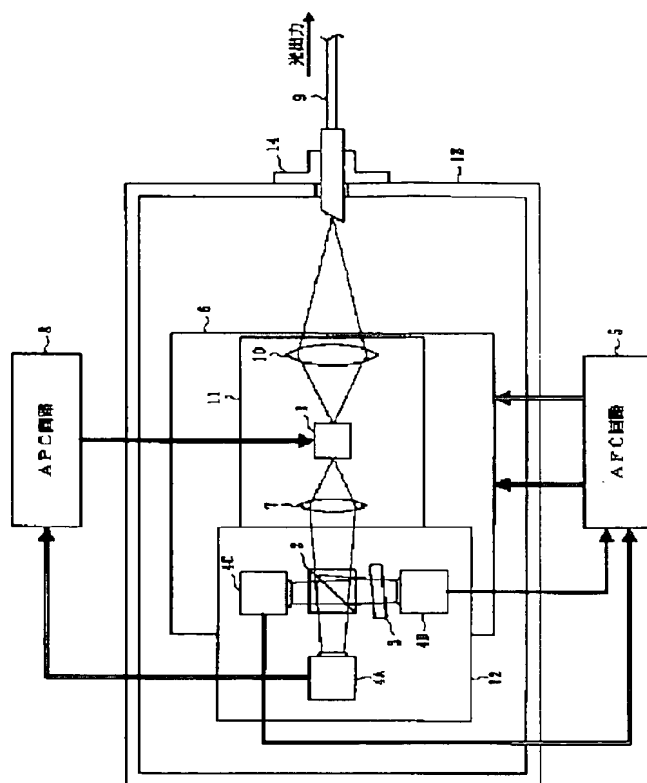
APPLICATION DATE : 07-08-98
APPLICATION NUMBER : 10224194

APPLICANT : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>;

INVENTOR : NISHI NORIO;

INT.CL. : G02B 6/42 H01S 5/30

TITLE : LASER DIODE MODULE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To easily improve wavelength stability by adjusting the temperature of a laser diode, controlling the transmission wavelength and bringing the laser diode and an optical wavelength filter into thermal contact so as to keep both at an almost equal temperature.

SOLUTION: A laser diode 1 inside a module package outputs the laser beam of a prescribed transmission wavelength and an optical fiber 9 is optically coupled to the laser diode 1 and leads out the laser beam outputted from the laser diode 1 to the outside. An optical wavelength filter 3 is provided with a cut-off wavelength almost same as the transmission wavelength of the laser diode 1. One or more photodiodes for wavelength control transmits or reflects a part of the light output of the laser diode 1 to the optical wavelength filter, then, receives it and outputs the received light level. Then, a Peltier element 6 controls the transmission wavelength of the laser diode 1. Further, a thermal contact means brings the laser diode 1 and the optical wavelength filter 3 into thermal contact so as to keep both at the almost same temperature.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

THIS PAGE IS BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-56185

(P2000-56185A)

(43) 公開日 平成12年2月25日 (2000.2.25)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 2 B 6/42		G 0 2 B 6/42	2 H 0 3 7
H 0 1 S 5/30		H 0 1 S 3/18	5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-224194

(22) 出願日 平成10年8月7日 (1998.8.7)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 竹下 達也

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 吉野 薫

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74) 代理人 100064621

弁理士 山川 政樹

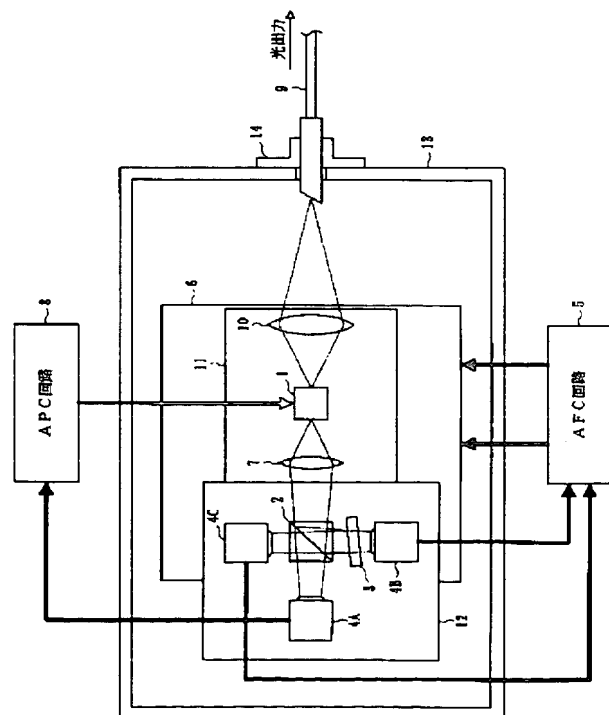
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザダイオードモジュール

(57) 【要約】

【課題】 低コストでしかもコンパクトで良好な波長安定性を得る。

【解決手段】 LDモジュールパッケージ内にLDの温度を制御するペルチェ素子を内蔵し、かつ、一つ以上の波長制御用PDと、このLD素子の発振波長と同じかまたは極めて近いカットオフ波長を持つ光波長フィルタとを内蔵するとともに、このLD素子の出力光の一部を該光波長フィルタに透過または反射させた後、該波長制御用PDで受光するよう配置する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 モジュールパッケージ内に、
 所定発振波長のレーザ光を出力するレーザダイオードと、
 このレーザダイオードに光学結合されレーザダイオードから出力されたレーザ光を外部に導出する光ファイバと、
 レーザダイオードの発振波長とほぼ同じカットオフ波長を持つ光波長フィルタと、
 レーザダイオードの光出力の一部を光波長フィルタに透過または反射させた後に受光し、その受光レベルを出力する1つ以上の波長制御用フォトダイオードと、
 レーザダイオードの温度を調整することによりレーザダイオードの発振波長を制御するペルチェ素子と、
 レーザダイオードおよび光波長フィルタがほぼ等温に保たれるように両者を熱接触させる熱接触手段とを備えることを特徴とするレーザダイオードモジュール。

【請求項2】 モジュールパッケージ内に、
 所定発振波長のレーザ光を出力するレーザダイオードと、
 このレーザダイオードに光学結合されレーザダイオードから出力されたレーザ光を外部に導出する光ファイバと、
 レーザダイオードの発振波長とほぼ同じカットオフ波長を持つ光波長フィルタと、
 レーザダイオードの光出力の一部を2つに分光するビームスプリッタと、
 このビームスプリッタの分光出力の一方を光波長フィルタに透過または反射させた後に受光し、その受光レベルを出力する1つ以上の波長制御用フォトダイオードと、
 ビームスプリッタの分光出力の他方を受光し、その受光レベルを出力するパワーモニタ用フォトダイオードと、
 レーザダイオードの温度を調整することによりレーザダイオードの発振波長を制御するペルチェ素子と、
 レーザダイオードおよび光波長フィルタがほぼ等温に保たれるように両者を熱接触させる熱接触手段とを備えることを特徴とするレーザダイオードモジュール。

【請求項3】 請求項2記載のレーザダイオードモジュールにおいて、
 熱接触手段は、
 光波長フィルタ、各フォトダイオードおよびビームスプリッタを予め搭載し、パワーモニタ用フォトダイオードの受光レベルが最大となるようにレーザダイオードに対して位置合わせしてYAGレーザ溶接で固定されていることを特徴とするレーザダイオードモジュール。

【請求項4】 請求項2記載のレーザダイオードモジュールにおいて、
 熱接触手段は、
 各フォトダイオードおよびビームスプリッタを予め搭載し、パワーモニタ用フォトダイオードの受光レベルが最

大となるように位置合わせして固定してYAGレーザ溶接で固定されており、

光波長フィルタは、

波長制御用フォトダイオードの受光レベルが所定値となるように固定後の熱接触手段にYAGレーザ溶接で固定されていることを特徴とするレーザダイオードモジュール。

【請求項5】 請求項1～4記載のレーザダイオードモジュールにおいて、
 熱接触手段は、
 熱伝導率の低い金属基板からなることを特徴とするレーザダイオードモジュール。

【請求項6】 請求項1～5記載のレーザダイオードモジュールにおいて、
 光波長フィルタとビームスプリッタとが一体に構成されていることを特徴とするレーザダイオードモジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザダイオードモジュールに関し、特に光通信や計測に用いられるレーザダイオード光源モジュールで、特に精密な波長精度を要求される場合に利用されるレーザダイオードモジュールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、波長多重伝送技術の進展に伴い、0.1nmオーダーでの波長（周波数）精度が要求されるようになり、DFB-LD（Distributed Feed Back-Laser Diode）を単純に一定温度で使用するという制御だけでは、素子の経時変化などに伴う波長変動を補償できないため、精度が不足するようになった。従来、高精度に波長制御したLD光源としては、図6に示すように、ファイバグレーティングを用いて特定の波長にロックする構成がある。

【0003】同図において、61は温度調節素子を内蔵したLDモジュール、62は光分岐器、63はファイバグレーティング、64はPD（Photo Diode）モジュール、65は自動周波数制御（AFC）回路、66はファイバグレーティング用の恒温装置である。この場合、LDモジュール61の出力光の一部を光分岐器62でファイバグレーティングに導入し、その反射光が特定の波長に対してピーク値をとるので、これをPDモジュール64で検出し、AFC回路65によりLDモジュール61のLD温度にフィードバックすることによって、発振波長の安定化が行われる。

【0004】しかし、この構成では最初に設定した波長以外の波長を任意に出すことができないために、波長多重などで多数の波長を出すためには各波長専用に精密に波長を合わせて製作したファイバグレーティングが必要になる。さらに、0～60℃といった広い使用温度範囲で0.1nm以下の波長安定度を得るためには、ファイ

バグレーティングといえども0.005nm/℃程度の温度依存性があるので温度安定化が必要となり、構成が複雑になるといった問題があった。

【0005】一方、図7のように、誘電体多層膜を用いた光波長フィルタの急峻なカットオフ領域を用いて、LDの出力光の一部を光波長フィルタに通し、その透過パワーおよび反射パワーの比が一定になるようにLDの温度や駆動電流を調整する構成もある。同図において、71は温度調節素子を内蔵したLDモジュール、72はビームスプリッタ、73は光波長フィルタ、74はPDモジュール、75はAFC回路、76は光波長フィルタ73の恒温装置、77はコリメート光学系、78は光波長フィルタ73の入射角制御機構である。

【0006】この場合、LDモジュール71の出力光をコリメート光学系77によってコリメートした後、ビームスプリッタ72でその一部を取り出して光波長フィルタ73に導入し、その透過パワー（反射パワーや透過と反射を差動にして使うこともある）が波長に依存して敏感に変化するので、それをPDモジュール74で検出し、AFC回路75によってLDモジュール71のLD温度を調整して発振波長の安定化を行うものとなっている。

【0007】なお、ここで用いる光波長フィルタ73は、カットオフ領域を使うだけなのでバイパスでもローパスでもまたバンドパスフィルタであっても構わない。この構成では、入射角制御機構78で機械的にフィルタの入射角を変えることによりフィルタの中心波長がずれる効果を利用して、一種類のフィルタで広範囲の波長チューニングが可能であり、さらに透過（反射）のパワー比を選ぶことにより電氣的に波長の微調も可能であるという利点を有する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来のレーザダイオードモジュールでは、波長精度が誘電体多層膜を用いた光波長フィルタの安定度に依存することになり、光波長フィルタもファイバグレーティングと同レベルの温度係数を有するので、広い使用温度範囲に対しては温度制御が不可欠となるという問題点があった。また、それぞれ個別のモジュールから構成されているためスペースファクタが悪く、光学系も複雑になり高コストとなるという問題点があった。本発明はこのような課題を解決するためのものであり、低コストでしかもコンパクトで波長安定性の良いレーザダイオードモジュールを提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明によるレーザダイオードモジュールは、モジュールパッケージ内に、所定発振波長のレーザ光を出力するレーザダイオードと、このレーザダイオードに光学結合されレーザダイオードから出力されたレー

ザ光を外部に導出する光ファイバと、レーザダイオードの発振波長とはほぼ同じカットオフ波長を持つ光波長フィルタと、レーザダイオードの光出力の一部を光波長フィルタに透過または反射させた後に受光し、その受光レベルを出力する1つ以上の波長制御用フォトダイオードと、レーザダイオードの温度を調整することによりレーザダイオードの発振波長を制御するペルチェ素子と、レーザダイオードおよび光波長フィルタがほぼ等温に保たれるように両者を熱接触させる熱接触手段とを備えるものである。したがって、光波長フィルタが、ペルチェ素子によりほぼ一定に温度調節されるレーザダイオードとほぼ等温となって温度安定化される。

【0010】

【発明の実施の形態】次に、本発明について図面を参照して説明する。図1は本発明の第1の実施の形態であるレーザダイオードモジュールを示す構成図である。同図において、1はLD（Laser Diode）素子、2は光ビームスプリッタ、3は誘電体多層膜を用いた光波長フィルタ、4A、4B、4CはPD（Photo Diode）素子を端面に搭載したPDキャリアである。

【0011】また、5はAFC回路、6はLDの温度制御を行うペルチェ素子、7はLDの裏面光を集束するためのレンズ、9は光ファイバ、10はLDの前方光を光ファイバ9に結合するためのレンズ、11はLDを搭載したLDキャリア、12は光波長フィルタ3やPDキャリア4A～4Cを搭載した金属基板、13はLDモジュールパッケージ、14はファイバ保持固定用のスリーブである。

【0012】本実施の形態では、LD裏面出力光をレンズ7で集束し、ビームスプリッタ2でパワーモニタ用と波長制御用とに分け、各々のPDキャリア4A～4CのPDに受光させる。図1において、4Aがパワーモニタ用のPDキャリア、4Bと4Cが波長制御用のPDキャリアである。PDキャリア4Cは、光波長フィルタ3で反射された光がビームスプリッタ2を透過して受光できる位置に置く。

【0013】これを組み立てるには、まずLD素子1をLDキャリア11に搭載し、レンズ10をYAGレーザ溶接でLDキャリア11に固定する。その後LDモジュールパッケージ内にペルチェ素子6とLDキャリア11をハンダで固定し、スリーブを介してファイバ9を最適結合位置に調心してYAGレーザ溶接で固定する。

【0014】次に、レンズ7をYAG溶接または低温ハンダまたは接着剤でLDキャリア11に固定し、一方、PDキャリア4A～4C、光波長フィルタ3およびビームスプリッタ2を金属基板12にハンダや接着剤で固定する。そして、長めの金ワイヤでパッケージ端子に接続した上でLD素子1を発光させ、波長制御用PDキャリア4B、4Cの受光電流が希望波長の時にほぼ等しく、かつパワーモニタ用PDキャリア4Aの受光電流ができ

るだけ大きくなるように、LDキャリア11に対する金属基板12の角度と位置を調整して上方からYAGレーザで固定する。

【0015】この固定時の要求精度(トレランス)は主にPDの受光面積に依存するが、ここでは低速用の大面積PDが使えるので、トレランスは緩くYAG溶接時の軸ずれは問題ない。ここで、金属基板12をステンレスなどの熱伝導率の低い材料にしておくと、YAGレーザでの溶接性が良く、またLD素子1の温度が回路のノイズなどで瞬間的に変化した際にも温度変化が緩やかになるので、ノイズに対する許容度が大きくなるという利点がある。

【0016】基本的に、誘電体多層膜を用いた光波長フィルタの温度依存係数は、LD(通常のDFB-LDで $0.1\text{ nm}/^{\circ}\text{C}$ 程度)よりはるかに小さい。したがって、それほど精密かつ高速に温度制御する必要はなく、多少熱伝導率が低くても長期的には一定温度に安定化されるため十分である。

【0017】本実施の形態では、温度を変えたときに出力パワーを一定に保つための自動パワー調整(APC)回路を独立させるために、パワーモニタ用PD(PDキャリア4A)を専用に設けている。しかし、APCとAFCの回路を工夫して一体化すれば、波長制御用PD(PDキャリア4B、4C)の受光電流でAPC制御することも可能である。

【0018】これは、波長制御用の2つのPD(PDキャリア4B、4C)の受光電流比が一定に決まれば、その時に流れる受光電流はパワーに比例するからである。ただし、本実施の形態では、AFC回路5を使わない場合に、通常のAPC回路で一般的な普通のLDモジュールとして利用できる利点がある。また、各部品の固定手段や組立順序は上記の記述にこだわる必要はなく、装置や部材の条件等により変更しても良い。

【0019】さらに、図1では、各PDキャリアが入射光に垂直に向く位置に描いてあるが、実際には反射光がLDへ戻るのを避けるために光軸と端面が僅かに角度が付くように配置した方が良いのは言うまでもない。

【0020】次に、図2を参照して、本発明の第2の実施の形態について説明する。図2は第2の実施の形態であるレーザダイオードモジュールを示す構成図である。同図において、前述(図1参照)と同じまたは同等部分には同一符号を付してあり、5AはAFC/APC兼用の制御回路である。

【0021】本実施の形態は、波長制御用PDを1つにして簡易化すると同時に、光波長フィルタ3をLD素子1の光軸方向に置くことでモジュールパッケージ13の横幅をスリム化できるというのが特徴である。組立方法は、第1の実施の形態とほぼ同様であるが、波長制御用PDがPDキャリア4Bだけであるので、規定波長の時に受光電流が最大値のほぼ $1/2$ になる辺りで固定す

る。

【0022】実使用時には、LDキャリア温度は高々 5°C 以内の変化であり、光波長フィルタ3および波長制御用PDが温度安定化されている構造では、片方のPDだけでも十分安定化は可能である。ただし、AFC回路5Aは、モニタ用PDと波長制御用PDの電流比が一定になるように制御する必要があり、同時にAPC動作もさせるためには、AFC回路5AにAPC用のLD駆動回路を内蔵させることになる。

【0023】次に、図3を参照して、本発明の第3の実施の形態について説明する。図3は第3の実施の形態であるレーザダイオードモジュールを示す構成図である。同図において、前述(図1、2参照)と同じまたは同等部分には同一符号を付してある。

【0024】本実施の形態では、ビームスプリッタ2と光波長フィルタ3を貼り合わせ、あるいは両面蒸着によって一体化することで、組立の簡易化を図っている。PDキャリア4A、4Bの配置上、光波長フィルタ3への入射角を大きくしなければならないため、それに合わせた膜設計が必要であるが、基本的には問題はなく、組立方法や使用方法は、第2の実施の形態とほとんど同じであり、ここでの説明は省略する。

【0025】次に、図4を参照して、本発明の第4の実施の形態について説明する。図4は第4の実施の形態であるレーザダイオードモジュールを示す構成図である。同図において、前述(図1～3参照)と同じまたは同等部分には同一符号を付してあり、15は $1/2$ 波長板である。

【0026】本実施の形態では、ビームスプリッタ2として普通のガラス板を用いることにより、入射角に対する偏光成分の反射率の差を利用して検出感度の向上を計っている。ここで、ガラス板としてBK7(屈折率 $=1.51$)を用い、入射角 56.5° (ブリュースター角)とすると、入射面に対し平行成分の偏光に対する反射率は約 15% 、一方垂直成分光に対してはほとんど 0% となる。

【0027】LD素子1は、通常、TEモード発振(図4の配置だと入射角垂直偏光)であるので、ビームスプリッタ2との間に $1/2$ 波長板15を入れて、これを 90° 度回転してやれば、LD素子1のTM成分(主に広い波長成分を含む自然放出光)は波長検出PDには来ないので、波長検出のノイズレベルを低減できるという利点がある。

【0028】なお、ガラス板の入射角は実際には $\pm 5^{\circ}$ ぐらいの誤差があっても偏波分離には十分有効であり、波長合せ時の角度調整にも問題はない。 $1/2$ 波長板15を追加した以外、組立方法や使用方法は第2の実施の形態とほとんど同じであり、ここでの説明は省略する。

【0029】次に、図5を参照して、本発明の第5の実施の形態について説明する。図5は第5の実施の形態で

あるレーザダイオードモジュールを示す構成図である。同図において、前述(図1〜4参照)と同じまたは同等部分には同一符号を付してあり、3Aは予め金属部材に固定した光波長フィルタである。

【0030】本実施の形態は、第2の実施の形態と光学的には同じ構成であるが、組立手順を変更したものである。すなわち、予めビームスプリッタとPDを搭載した金属基板12を、LDキャリア11に対して各PD(PDキャリア4A、4B)の受光電流が最大になるよう位置合せしてYAG固定しておく。

【0031】そして、最後に光波長フィルタ3を位置(主に角度)合せして、波長制御用PD(PDキャリア4B)の受光電流が最大値の半分程度になる所で金属部をYAG固定して組み立てる。このような組立方法によれば、工数は増えるものの各部品の精度は緩和できるので歩留りの向上や特性の最適化が期待できる。

【0032】なお、以上説明した各実施の形態において、波長検出には、もっぱらLD素子1の裏面光を用いたが、ある程度のパワー損を許せば、LD素子1の前方出射光の一部をハーフミラーなどで取り出して利用することも可能である。

【0033】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、モジュールパッケージ内に、所定発振波長のレーザ光を出力するレーザダイオードと、このレーザダイオードに光学結合されレーザダイオードから出力されたレーザ光を外部に導出する光ファイバと、レーザダイオードの発振波長とほぼ同じカットオフ波長を持つ光波長フィルタと、レーザダイオードの光出力の一部を光波長フィルタに透過または反射させた後に受光し、その受光レベルを出力する1つ以上の波長制御用フォトダイオードと、レーザダイオードの温度を調整することによりレーザダイオードの発振波長を制御するペルチェ素子と、レーザダイオード

および光波長フィルタがほぼ等温に保たれるように両者を熱接触させる熱接触手段とを備えるものである。したがって、光波長フィルタが、ペルチェ素子によりほぼ一定に温度調節されるレーザダイオードとほぼ等温となって温度安定化されるため、従来のように、恒温装置を別途設けることなく、優れた波長安定度を持ったレーザダイオード光源を単一のモジュールで、コンパクトかつ低コストに実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施の形態によるレーザダイオードモジュールを示す構成図である。

【図2】 第2の実施の形態によるレーザダイオードモジュールを示す構成図である。

【図3】 第3の実施の形態によるレーザダイオードモジュールを示す構成図である。

【図4】 第4の実施の形態によるレーザダイオードモジュールを示す構成図である。

【図5】 第5の実施の形態によるレーザダイオードモジュールを示す構成図である。

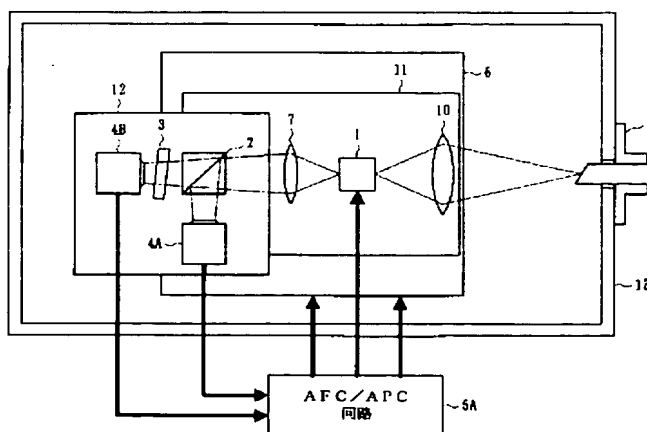
【図6】 従来のレーザダイオードモジュールを示す構成図である。

【図7】 従来の他のレーザダイオードモジュールを示す構成図である。

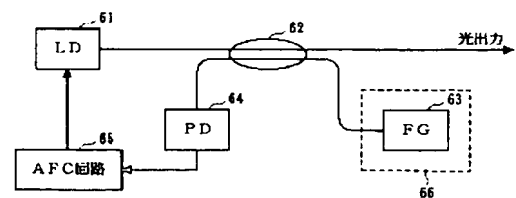
【符号の説明】

1…LD素子、2…ビームスプリッタ、3…光波長フィルタ、4A…PDキャリア(パワーモニタ用)、4B、4C…PDキャリア(波長制御用)、5…AFC回路、5A…AFC/APC回路、6…ペルチェ素子、7…レンズ(裏面光用)、9…光ファイバ、10…レンズ(前面光用)、11…LDキャリア、12…金属基板、13…モジュールパッケージ、14…スリーブ、15…1/2波長板。

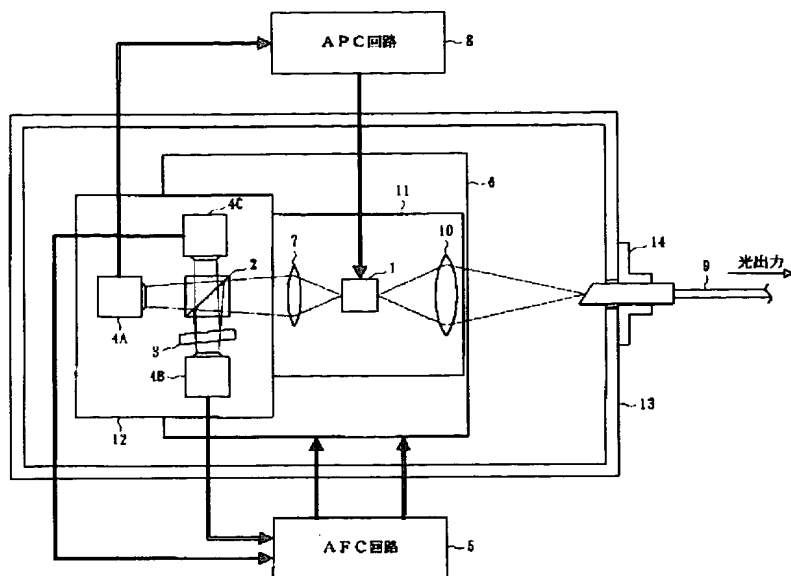
【図2】



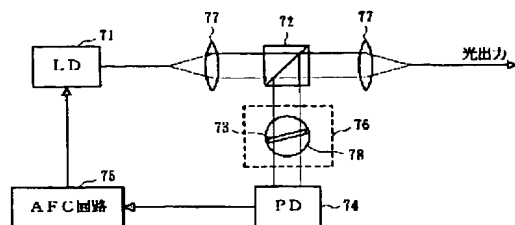
【図6】



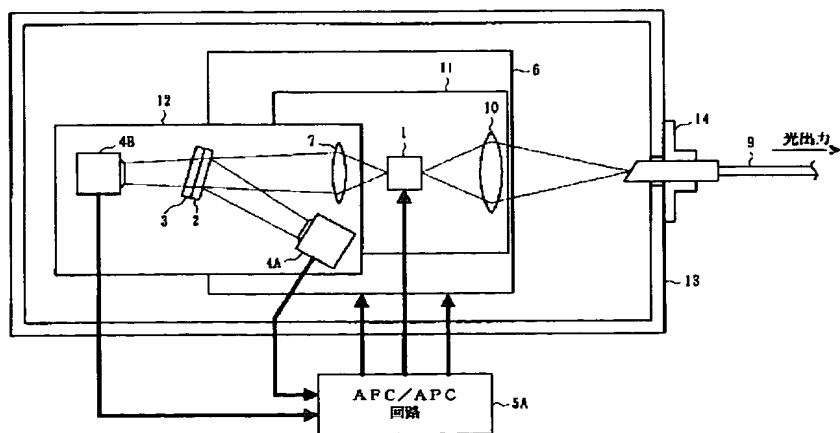
【図1】



【図7】



【図3】



THIS PAGE BLANK (USPTO)